

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 21 026.1
Anmeldetag: 10. Mai 2003
Anmelder/Inhaber: Atlas Copco Energas GmbH,
50999 Köln/DE
Bezeichnung: Turbomaschine
IPC: F 01 D, H 02 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Remus

ANDREJEWSKI, HONKE & SOZIEN

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS

Diplom-Physiker
DR. WALTER ANDREJEWSKI (- 1996)
Diplom-Ingenieur
DR.-ING. MANFRED HONKE
Diplom-Physiker
DR. KARL GERHARD MASCH
Diplom-Ingenieur
DR.-ING. RAINER ALBRECHT
Diplom-Physiker
DR. JÖRG NUNNENKAMP
Diplom-Chemiker
DR. MICHAEL ROHMANN
Diplom-Physiker
DR. ANDREAS VON DEM BORNE

Anwaltsakte:

96 958/Ja*Ri

D 45127 Essen, Theaterplatz 3
D 45002 Essen, P.O. Box 10 02 54

14. April 2003

Patentanmeldung

Atlas Cöpcö Energas GmbH
Am Ziegelofen 2

50999 Köln

Turbomaschine

Beschreibung:

Die Erfindung betrifft eine Turbomaschine mit mindestens einem Laufrad, welches an einem fliegenden Ende einer
5 gelagerten ersten Welle befestigt ist, und mit einem Elektro-Läufer einer elektrischen Maschine, der über eine Kupplung mit dem dem Laufrad gegenüberliegenden Ende der ersten Welle verbunden ist.

10 Bei den in der Praxis bekannten Turbomaschinen der eingangs beschriebenen Art werden die Welle mit dem daran befestigten Laufrad sowie der Elektro-Läufer der elektrischen Maschine jeweils separat gelagert. Die Lager der elektrischen Maschine sind hierbei beidseitig des Elektro-Läufers
15 angeordnet. Es bestehen sehr hohe Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit der Lagersitze im Gehäuse der elektrischen Maschine. Dies ist insbesondere bei der Verwendung schnell laufender Hochgenauigkeits-Wälzlager oder Gaslager von Bedeutung, die eine extrem eng tolerierte
20 Fluchtungsgenauigkeit der beiden Lager zueinander verlangen, so dass die bekannte Konstruktion sehr aufwändig ist und hohe Kosten verursacht. Darüber hinaus wird selbst bei präzisester Fertigung die Fluchtungsgenauigkeit aller beteiligten Rotor- und Gehäuseteile im Betrieb häufig durch
25 gegenläufige Temperaturverzüge im Rotor und Gehäuse wieder zunichte gemacht, da in schnell laufenden elektrischen Maschinen eine erhebliche Wärmeentwicklung vorliegt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine
30 Turbomaschine mit den eingangs beschriebenen Merkmalen anzugeben, deren Lageranordnung einfacher ausgebildet ist

und dennoch eine große Laufruhe bei hohen Turbodrehzahlen gewährleistet.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass der
5 Elektro-Läufer zwischen der ersten Welle und einer zweiten
drehbar gelagerten Welle angeordnet ist, die fluchtend zur
ersten Welle ausgerichtet und ebenfalls über eine Kupplung
mit dem Elektro-Läufer verbunden ist, und dass der Elektro-
Läufer ohne eigene Lagerung als Kupplungszwischenstück
10 zwischen den Kupplungen angeordnet ist und Kupplungs-
elemente aufweist, die ohne radiales Spiel mit Kupplungs-
gegenelementen an den Wellenenden zusammenwirken. Da der
Elektro-Läufer der elektrischen Maschine über Kupplungen
ohne eigene Lagerung auf den Wellen abgestützt ist,
15 entfällt hierbei eine aufwändige Lagerung des Elektro-
Läufers der elektrischen Maschine, so dass die beschrie-
benen Fluchtungsprobleme bei der Lagerung des Elektro-
Läufers nicht mehr bestehen. Die Montage und Ausrichtung
der Lagersitze der erfindungsgemäßen Turbomaschine wird
20 hierdurch erheblich vereinfacht.

Vorzugsweise ist an dem dem Elektro-Läufer gegenüber-
liegenden Ende der zweiten Welle ebenfalls ein Laufrad
fliegend befestigt. Die zweite Stufe der Turbomaschine
25 erfordert kein zusätzliches Lager. Im Vergleich zu bekann-
ten Turbomaschinen ergibt sich eine deutlich einfachere
Lageranordnung. Die erfindungsgemäße Turbomaschine ist
flexibel einsetzbar. So kann das Kupplungszwischenstück als
Elektro-Läufer eines Elektromotors, eines Generators oder
30 einer Motor-/Generator-Wechselmaschine ausgebildet sein.
Die erfindungsgemäße Turbomaschine kann daher in Kombina-

tion mit der elektrischen Maschine jeweils ein- oder zwei-
stufig als Turboverdichter mit Motor oder als Expansions-
turbine mit Generator ausgebildet sein. Es besteht ferner
die Möglichkeit, die Turbomaschine jeweils mit einem
5 Verdichter- und einem Turbinenlaufrad auszustatten und mit
einem Motor bei verdichterseitigem Leistungsüberschuss bzw.
mit einem Generator bei turbinenseitigem Leistungsüber-
schuss zu betreiben. Bei schwankendem Leistungsüberschuss
kann in diesem Falle auch eine Motor-/Generator-Wechsel-
10 maschine zum Einsatz kommen.

Vorzugsweise sind die Kupplungen als Doppel-Membran-
kupplungen ausgebildet, die einen axialen Ausgleich
zulassen. Hierdurch ergibt sich ein einfacher konstruktiver
15 Aufbau, der bei radial spielfreier Anordnung gleichzeitig
axiale Verschiebungen des Elektro-Läufers, z.B. auf Grund
von Wärmedehnungen, kompensiert. Die Doppel-Membrankupp-
lungen können mit dem Elektro-Läufer der elektrischen
Maschine separat ausgewuchtet werden und sind daher
20 besonders gut für den Betrieb bei hohen Turbodrehzahlen bis
zu 50.000 Umdrehungen pro Minute und mehr geeignet.

Vorzugsweise bildet jede Welle gemeinsam mit ihrer Lagerung
eine in sich abgeschlossene Baugruppe. Hierdurch ist eine
25 einfache und kostengünstige Vorfertigung möglich. Die
Lagerungen der beiden Wellen besitzen hierbei jeweils
mindestens zwei voneinander beabstandete Lager zur Aufnahme
von axialen und radialen Kräften. Vorzugsweise weisen die
Lagerungen der Wellen Hochgenauigkeits-Wälzlager oder gas-
30 gelagerte Lagerträger auf, die bei vergleichsweise geringem

Herstellungsaufwand eine äußerst hohe Laufgenauigkeit gewährleisten.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein
5 Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung erläutert. Die
einzige Figur zeigt einen Querschnitt durch eine
erfindungsgemäße Turbomaschine. Die Turbomaschine weist ein
Laufrad 1 auf, welches an einem fliegenden Ende einer
gelagerten ersten Welle 2 befestigt ist. Ein Elektro-Läufer
10 3 einer ausschnittsweise dargestellten elektrischen
Maschine 4 ist über eine Kupplung 5 mit dem dem Laufrad 1
gegenüberliegenden Ende der ersten Welle 2 fluchtend
verbunden. Der Elektro-Läufer 3 ist zwischen der ersten
Welle 1 und einer zweiten drehbar gelagerten Welle 6
15 angeordnet, die fluchtend zur ersten Welle 1 ausgerichtet
und ebenfalls über eine Kupplung 5' an den Läufer 3
angeschlossen ist. Der Elektro-Läufer 3 ist ohne eigene
Lagerung als Kupplungszwischenstück zwischen den Kupplungen
5, 5' angeordnet und weist Kupplungselemente 7, 7' auf, die
20 ohne radiales Spiel mit Kupplungsgegenelementen 8, 8' an
den Wellenenden zusammenwirken. Die Kupplungselemente 7, 7'
und Kupplungsgegenelemente 8, 8' sind drehfest miteinander
verbunden, so dass der Läufer 3 und das Laufrad 1 mit der
gleichen Drehzahl betrieben werden. Da der Läufer 1 über
25 die beiden Kupplungen 5, 5' auf den beiden Wellen 2, 6
abgestützt ist, ist keine separate Lagerung des Elektro-
Läufers 3 erforderlich. Hierdurch wird der Herstellungsaufwand bzgl. der Lagerung der Turbomaschine erheblich
reduziert. Gleichzeitig ist eine hohe Laufruhe bei großen
30 Turbodrehzahlen erreichbar, da die Lagerungen 9, 9' der
beiden Wellen 2, 6 einen großen Abstand vom Elektro-Läufer 3

aufweisen und daher von der Wärmeentwicklung des Elektro-Läufers 3 nur geringfügig beeinflusst werden. Im Ausführungsbeispiel ist an dem dem Elektro-Läufer 3 gegenüberliegenden Ende der zweiten Welle 6 ebenfalls ein Laufrad 1' fliegend befestigt. Diese zweistufige Ausführung der Turbomaschine zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass die zweite Stufe keine zusätzliche Lagerung erfordert. Gegenüber den in der Praxis bekannten Lagerungen zweistufiger Turbomaschinen ergeben sich erhebliche Vereinfachungen hinsichtlich der Lageranordnung. Die Turbomaschine ist flexibel einsetzbar, da das Kupplungszwischenstück 3 als Läufer eines Elektromotors oder eines Generators ausgebildet sein kann. In Kombination mit der angeschlossenen elektrischen Maschine 4 kann die Turbomaschine somit jeweils zweistufig als Turboverdichter mit Motor oder aber als Expansionsturbine mit Generator betrieben werden. Es besteht auch die Möglichkeit, mit den beiden Laufrädern 1, 1' jeweils einen Verdichter und eine Turbine zu betreiben, wobei die elektrische Maschine 4 bei verdichterseitigem Leistungsüberschuss als Motor und bei turbinenseitigem Leistungsüberschuss als Generator ausgebildet ist. Bei schwankendem Leistungsüberschuss kann das Kupplungszwischenstück 3 auch als Elektro-Läufer 3 einer Motor-/Generator-Wechselmaschine ausgebildet sein.

25

Im Ausführungsbeispiel sind die Kupplungen 5, 5' als Doppel-Membrankupplungen ausgebildet, die einen axialen Ausgleich zulassen. Diese Kupplungen 5, 5' weisen einen einfachen Aufbau auf. Sie kompensieren axiale Verschiebungen des Kupplungszwischenstückes 3, beispielsweise auf Grund von Wärmedehnungen, und stützen das Kupplungszwischenstück 3

30

radial spielfrei auf den beiden Wellen 2, 6 ab. Die Doppel-Membrankupplungen 5, 5' können gemeinsam mit dem Kupplungs-zwischenstück separat ausgewuchtet werden und sind daher besonders gut für hohe Drehzahlen bis zu 50.000 Umdrehungen pro Minute und mehr geeignet. Im Ausführungsbeispiel bildet
5 jede Welle 2, 6 gemeinsam mit ihrer Lagerung 9, 9' eine in sich abgeschlossene Baugruppe 10, 10'. Die Lagerungen 9, 9' weisen hierbei jeweils drei voneinander beabstandete Schrägkugellager 11 zur Aufnahme axialer und radialer
10 Kräfte auf. Die Baugruppen 10, 10' ermöglichen eine kostengünstige Vorfertigung und somit eine einfache Endmontage der Turbomaschine. Die Schrägkugellager 11 sind jeweils als kostengünstige Hochgenauigkeits-Wälzlager ausgebildet. Eine Lagerung mit Hilfe gasgelagerter Lagerträger ist hierdurch
15 jedoch nicht ausgeschlossen.

Patentansprüche:

1. Turbomaschine mit mindestens einem Laufrad (1),
welches an einem fliegenden Ende einer gelagerten ersten
5 Welle (2) befestigt ist, und mit einem Elektro-Läufer (3)
einer elektrischen Maschine (4), der über eine Kupplung (5)
mit dem dem Laufrad (1) gegenüberliegenden Ende der ersten
Welle (2) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet,
dass der Elektro-Läufer (3) zwischen der ersten Welle (2)
10 und einer zweiten drehbar gelagerten Welle (6) angeordnet
ist, die fluchtend zur ersten Welle (2) ausgerichtet und
ebenfalls über eine Kupplung (5') mit dem Elektro-Läufer
(3) verbunden ist, und dass der Elektro-Läufer (3) ohne
eigene Lagerung als Kupplungszwischenstück zwischen den
15 Kupplungen (5, 5') angeordnet ist und Kupplungselemente (7,
7') aufweist, die ohne radiales Spiel mit Kupplungsgegen-
elementen (8, 8') an den Wellenenden zusammenwirken.
2. Turbomaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
20 dass an dem dem Elektro-Läufer (3) gegenüberliegenden Ende
der zweiten Welle (6) ebenfalls ein Laufrad (1') fliegend
befestigt ist.
3. Turbomaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-
25 zeichnet, dass das Kupplungszwischenstück (3) als Elektro-
Läufer eines Elektromotors, eines Generators oder einer
Motor-/Generator-Wechselmaschine ausgebildet ist.
4. Turbomaschine nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekenn-
30 zeichnet, dass die Kupplungen (5, 5') als Doppel-Membran-

kupplungen ausgebildet sind, die einen axialen Ausgleich zulassen.

5. Turbomaschine nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass jede Welle (2, 6) gemeinsam mit ihrer Lagerung (9, 9') eine in sich abgeschlossene Baugruppe (10, 10') bildet.

6. Turbomaschine nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerungen (9, 9') der Wellen (2, 6) Hochgenauigkeits-Wälzlager oder gasgelagerte Lagerträger aufweisen.

Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft eine Turbomaschine mit mindestens einem Laufrad (1), welches an einem fliegenden Ende einer
5 gelagerten ersten Welle (2) befestigt ist und mit einem Elektro-Läufer (3) einer elektrischen Maschine (4), der über eine Kupplung (5) mit dem dem Laufrad (1) gegenüberliegenden Ende der ersten Welle (2) verbunden ist. Erfindungsgemäß ist der Läufer (3) zwischen der ersten Welle (2)
10 und einer zweiten drehbar gelagerten Welle (6) angeordnet, die fluchtend zur ersten Welle (2) ausgerichtet und ebenfalls über eine Kupplung (5') mit dem Elektro-Läufer (3) verbunden ist. Der Elektro-Läufer (3) ist ohne eigene Lagerung als Kupplungszwischenstück zwischen den Kupplungen
15 (5, 5') angeordnet und weist Kupplungselemente (7, 7') auf, die ohne radiales Spiel mit Kupplungsgegenelementen (8, 8') an den Wellenenden zusammenwirken. - Veröffentlichung mit einziger Figur.

